

Un modelo de innovación en el *Practicum* de Secundaria: la inmersión dentro de un grupo de investigación-acción

Bartolomé Vázquez-Bernal, Roque Jiménez-Pérez

Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Huelva. E-mail: bartolome_vazquez@hotmail.com

[Recibido en febrero de 2013, aceptado en junio de 2013]

Se presenta un modelo de innovación que afecta al *Practicum* del Máster de Educación Secundaria, que implica la socialización del futuro profesor dentro de un grupo de investigación-acción, en el que pueda adquirir parte de las habilidades necesarias para afrontar su desarrollo profesional. El elemento motor está basado en el desarrollo de competencias científicas del alumnado de secundaria centrado en la indagación, la autoevaluación, el intercambio de información y la reflexión como elementos de mejora, pero también en las competencias profesionales de los futuros docentes. El alumnado del *Practicum* valoró de forma muy positiva su implicación en el grupo, así como la realización de experiencias de naturaleza investigativa con el alumnado de Enseñanza Secundaria.

Palabras clave: Competencias en Ciencias; Educación Secundaria; Formación inicial del Profesorado Investigación-acción; *Practicum*.

A model of innovation in the *practicum* of secondary education: immersion in an action-research group

We present a model of innovation affecting the *Practicum* of Master of Secondary Education, which involves future teacher's socialization within an action research-group, where he can acquire parts of the skills required to meet their professional development. The driving force is based on the development of students' competencies in sciences focused in inquiry, self-assessment, information exchange and reflection as elements of improvement of these skills of high school students, but also in the professional skills of the future teachers. The students of *Practicum* very positively assessed their involvement in the group, as well as conducting experiences of investigative nature with students of Secondary Education.

Keywords: Action-Research; Competencies in Science; *Practicum*; Secondary Education, Teacher's Initial training.

Introducción

Podemos recurrir a la analogía de entender la profesión docente como una *carrera de obstáculos* que el profesorado debe sortear a lo largo de su larga vida profesional (Vázquez et al., 2010). Muchos de los obstáculos provendrán de la propia naturaleza de la profesión (Marcelo, 2002), sujeta a la interacción continua con el medio escolar y todos sus componentes (alumnado, padres y madres, administración, estructuras escolares, currículo, contenidos,..., sin ser exhaustivos). Ahora bien, otra parte, surgirá de la propia formación del docente y de las creencias que respecto a los procesos de enseñanza y aprendizaje posea. De ahí la importancia de una formación inicial que garantice que, al menos, una parte de esos obstáculos no surjan de esta etapa tan decisiva de su profesión. Probablemente, una parte importante de nuestro trabajo en el Máster de Enseñanza Secundaria (MES), que habilita al profesorado, consistirá en *de-construir* buena parte de sus concepciones iniciales que haya adquirido en la etapa precedente de formación universitaria, de naturaleza muy disciplinar, e incluso de aquellas profundas creencias, normalmente muy enraizadas en su estructura de conocimiento, de cómo se debe desarrollar la docencia, partiendo de modelos antiguos que comenzaron en las etapas iniciales de la educación infantil (Marcelo, 1991). Se trata de un proceso arduo.

Objetivos del trabajo

En esta dinámica, a lo largo del presente trabajo, abordaremos un modelo de enseñanza para desarrollar competencias profesionales durante las prácticas del profesorado en el MES. En

primer lugar, ofreceremos el sustrato teórico de nuestro modelo, basado en tres ejes principales: Hipótesis de la Complejidad-Desarrollo Profesional, Conocimiento Profesional-Conocimiento Didáctico del Contenido, Investigación-Acción. Posteriormente, describiremos el modelo de enseñanza, basado en la complejidad de la socialización y la investigación-acción, relacionándolo con el Módulo de Innovación e Investigación del propio MES. A continuación, mostraremos el modelo implementado en un Instituto de Enseñanza Secundaria con alumnado de Prácticas. Para finalizar, realizaremos una consideraciones y cuestiones finales sobre las repercusiones del modelo.

Hipótesis de la complejidad y el desarrollo profesional

Existe una amplia literatura sobre la vinculación entre formación docente y desarrollo profesional (F'Anson *et al.*, 2003; Pollard, 2002; Zeichner, 1987), destacando la metáfora del profesional reflexivo (Schön, 1983), en la que se considera la reflexión como elemento dinamizador de la relación dialéctica entre la teoría y la práctica. En nuestro marco teórico, el concepto de reflexión es esencial, ya que la idea básica es hacer las prácticas educativas más racionales, coherentes, satisfactorias y justas (Kemmis y McTaggart, 2000), pues entendemos que el profesor tiene un alto grado de conocimiento tácito, adquirido a través de las interacciones de su práctica educativa en el aula (Osborne y Dillon, 2008; Barnett y Hodson, 2001).

Junto a esa interacción con la práctica, existe un interés por la mediación de los procesos metacognitivos de autorregulación (Baird et al., 1991; Gunstone y Northfield, 1994; Gunstone et al., 1993), en especial, nos interesa el papel de los pensamientos conscientes del profesor, una reflexión capaz de integrar el pensamiento racional y reflexivo, que genera conocimiento consciente del contexto teórico y práctico y se puede informar de forma explícita (Furlong, 2002).

El proceso de formación inicial del profesorado, desde nuestra visión, se sustenta, en gran medida, en la socialización. En este sentido, compartimos algunos de los principios que subyacen a la Teoría de la Actividad Humana (TAH) formulada por Leontiev (1978), a su vez enraizada en la Teoría Histórico-Cultural de Vygotsky (1978). Este enfoque consiste en ver la realidad como un conjunto de actividades socialmente mediadas, donde la unidad de análisis incluye no sólo la actividad individual, sino también la actividad colectiva, algo que se hace por una comunidad por una razón que necesita ser reconocida conscientemente.

Siguiendo con la reflexión, algunos autores han postulado varios niveles de reflexión del profesor (Carr y Kemmis, 1988; Elliot, 1999; Louden, 1991; Van Manen, 1977; Zimpher y Howey, 1987). Este tipo de pensamiento del profesor viene determinado por la interdependencia del contexto general en el que desarrolla su práctica (Woodbury y Gess-Newsome, 2002), además, cuando los profesores reflexionan sobre lo que hacen, articulan prácticas como forma modelada de acción, no praxis (Roth y Lee, 2007).

Los seres humanos somos criaturas complejas y debemos reconocer nuestra naturaleza multidimensional para desarrollar un conocimiento adecuado (Morin, 1999). Vázquez et al. (2007, 2012), en su Hipótesis de la Complejidad, consideran que la capacidad de reflexión se desarrolla dialécticamente a través de la interacción reflexión-práctica, de forma que existe una hipótesis de evolución en la reflexión del profesor en su interacción con el entorno social y natural y que afecta a aspectos ideológicos, educativos, epistemológicos, contextuales y curriculares.

En este sentido, la Hipótesis de la Complejidad evoluciona a través de tres dimensiones: práctica, técnica y crítica. El aspecto técnico se asocia con lo que se designa la racionalidad

técnica o la aplicación efectiva instrumental del conocimiento educativo. Localizamos los diferentes obstáculos para el desarrollo profesional en esta dimensión. La dimensión práctica se compromete a resolver los problemas prácticos que afectan a la enseñanza y el aprendizaje, y cuya resolución orienta la reflexión del profesor. La dimensión crítica considera también criterios sociales, ambientales y éticos en el discurso educativo, añadiendo complejidad a los problemas prácticos cotidianos. Estas dos últimas dimensiones no son incompatibles entre sí.

Un modelo de Desarrollo profesional basado en la complejidad

Durante muchos años el Desarrollo Profesional (DP) del profesorado de ciencias se ha centrado, casi exclusivamente, en la renovación y el aumento de los conocimientos de los contenidos científicos. En las dos últimas décadas, sin embargo, el conocimiento del contenido didáctico (Shulman, 1986) también ha encontrado un lugar en este desarrollo, y ha sido el motivo de numerosos estudios (Gess-Newsome y Lederman, 1999). Un número de investigadores han tomado una perspectiva más amplia constructivista sociocultural o social en los modelos de DP (Elliot, 1993; Howe y Stubbs, 2003; Kepler, 1999; Luft, 1999, 2001; Marx et al., 1998), sin embargo, no existe unanimidad a la hora abordar el DP. Una descripción sintética la dan Mellado et al. (2006), para lo que se incluye la interacción entre el ámbito social y personal (Hargreaves, 1996), el apoyo sostenido a largo plazo (Sánchez y Valcárcel, 2000), la didáctica de la ciencia como el eje de la formación del profesorado (Tobin y McRobbie, 1996; Tobin et al, 1997), y la acción de investigación-acción (Lyons et al, 1997; Roth, 1998). Desde nuestra propia visión, reformulamos algunas de estas propuestas para el DP. Para mayor comodidad, percibimos tres niveles concreción para este DP. En una primera concreción general, aceptamos la idea de que el desarrollo implica el desarrollo profesional, social y personal (Bell y Gilbert, 1994; Bell, 1998). En una segunda visión más detallada, el DP está vinculado más particularmente a tres ámbitos: *una esfera de conocimiento* (el conocimiento de la práctica de la profesión), *una esfera del saber cómo* (los procedimientos para el desarrollo de la maestra y curricular para innovación a través de la investigación-acción: Stenhouse, 1987), y *una esfera del ser* (las actitudes, la búsqueda de identidad como miembro de una comunidad de aprendizaje en constante evolución, aceptando las emociones que percibimos durante este desarrollo).

El tercer nivel de concreción del DP es el más detallado y es coherente con la Hipótesis de la Complejidad, al convertirse en una herramienta de análisis de los obstáculos a que se enfrentan los docentes. El profesorado con experiencia tiene conocimiento práctico personal y creencias muy estables. Estos se han consolidado a lo largo de sus carreras, y son muy resistentes al cambio, además, convergen elementos condicionantes que refuerzan los modelos tradicionales, y son obstáculos para importantes (Shwartz et al., 2005; Tobin, 1998; Verjovsky y Waldegg, 2005).

Conocimiento profesional y conocimiento didáctico del contenido

Impulsar un modelo de formación dentro del M.E.S. implica, por tanto, atender a lo que hemos denominado *esfera de conocimiento* para el DP. Exploraremos dos aportaciones a lo que se denomina Conocimiento Profesional del Profesorado. Para la enseñanza de las ciencias experimentales, Barnett y Hodson (2001) construyen el concepto de conocimiento del contexto pedagógico. Según estos autores las fuentes de este conocimiento son tanto internas como externas: las fuentes internas incluyen reflexión sobre las experiencias personales de enseñanza, incluyendo sentimientos sobre las respuestas de los alumnos, padres y otros profesores a las acciones de cada uno; las externas incluyen el conocimiento del sujeto de la materia, regulaciones gubernamentales, políticas escolares y semejantes. La interacción con

otros profesores, tanto a nivel formal como informal, es también una fuente del conocimiento del contexto pedagógico y un estímulo para el desarrollo posterior.

La metáfora de la frontera del conocimiento de Clandinin y Conelly (1995), arroja la descripción de lugares protegidos y lugares desprotegidos para los profesores, donde se comparten y desarrollan su conocimiento. Para Barnett y Hodson (2001), el conocimiento crece en anchura, profundidad y utilidad como consecuencia directa de la exploración audaz y la reflexión crítica.

Los elementos del frontera del conocimiento del contexto pedagógico incluyen conocimiento de investigación y académico, conocimiento didáctico del contenido, conocimiento profesional y conocimiento del aula. Dos de esos elementos caen enteramente dentro de la frontera del conocimiento educativo y, los otros, cabalgan entre los límites del conocimiento educativo y social (figura 1). Sin embargo, los cuatros componentes se solapan e interaccionan unos con otros, entendiendo la enseñanza como una actividad compleja y sutil que requiere muchas formas de conocimiento. El modelo, puede, además, servir de ayuda a los profesores como guía de prioridades para su propio desarrollo profesional.

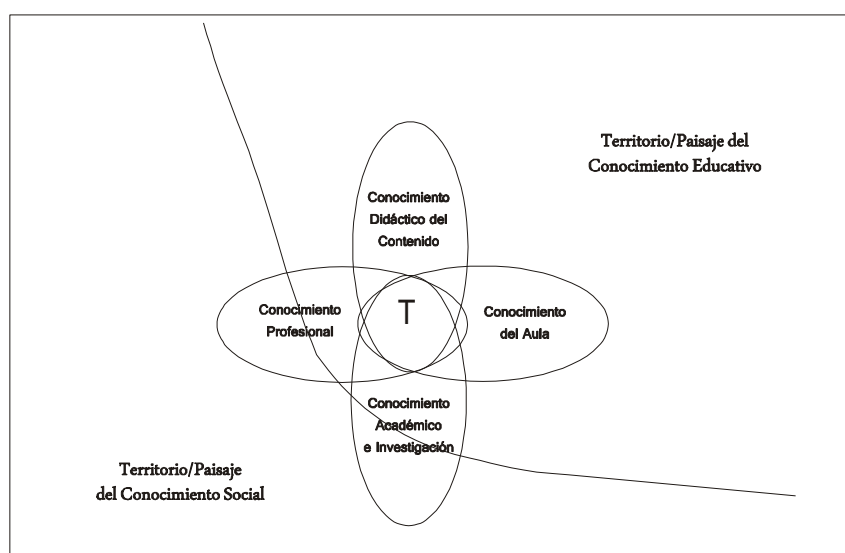


Figura 1. Metáfora sobre el conocimiento del contexto pedagógico.

Por último, en Estepa (2004), desde el grupo de investigación DESYM (Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas de la Universidad de Huelva) diferencia cuatro elementos: lo que podríamos llamar conocimientos del profesor propiamente dichos (conocimiento profesionalizado del contenido, conocimiento pedagógico general, conocimiento del contexto escolar y conocimiento didáctico del contenido); las concepciones, que actúan como lentes o filtros a través de las cuales se toman las decisiones profesionales de los docentes; las capacidades y las actitudes (fig. 2).

Llegado a este punto, caracterizamos el conocimiento profesional deseable como un único saber que integra la teoría (componente estática) y la experiencia práctica (componente dinámica) o, mejor, como un saber con varios componentes que se configuran a partir de la teoría y de la experiencia, de las que extraen información para, tras una elaboración personal, producir teorías prácticas sobre las finalidades de la educación, la naturaleza de los contenidos escolares, la visión de cómo éstos son aprendidos por los alumnos, ...

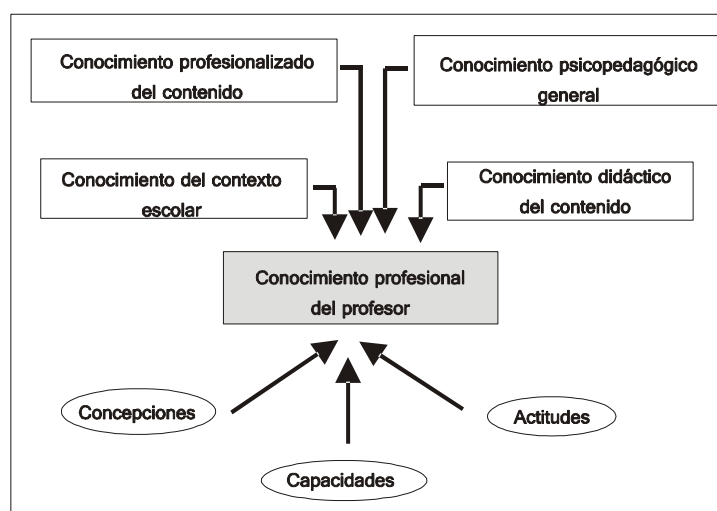


Figura 2. Componentes del conocimiento profesional.

Desde el mismo grupo de investigación DESYM, Cuenca (2002) caracteriza la estructura del conocimiento didáctico del contenido o CDC (figura 3) y lo considera como un componente crucial dentro de los saberes del profesorado.

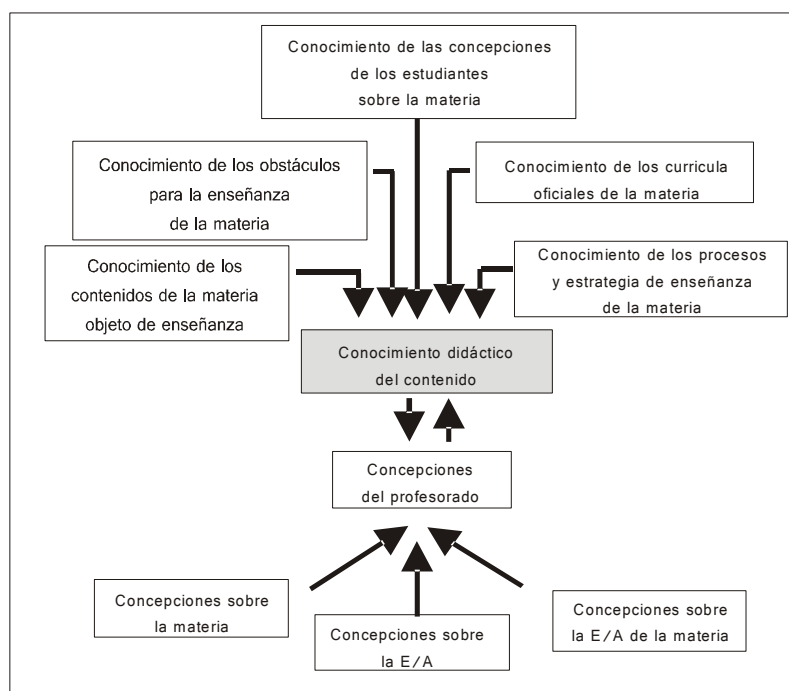


Figura 3. Estructura del Conocimiento Didáctico del Contenido.

En una revisión muy actualizada sobre el CDC, Schneider y Plasman (2011), encontraron aspectos muy interesantes, por ejemplo, que el CDC de los profesores de Ciencias, al inicio de sus carreras, era muy similar al de los profesores más experimentados. Según estos autores, esto suponía una desventaja en su desarrollo profesional.

Otros autores, como Henze et al. (2007), destacan el papel esencial de la reflexión en el desarrollo de su CDC, dando claras oportunidades al profesor de reflexionar sobre su experiencia y sobre aspectos concretos del CDC, en relación a los alumnos y a la ciencia. Estas carencias del profesorado en relación al CDC, ha llevado a Garet et al. (2001) a expresar las deficiencias formativas iniciales sobre ese tópico, pero también a lo largo de sus carreras docentes a pesar de que la docencia implica un proceso continuo formativo.

Investigación-acción: una revisión actualizada

El segundo ámbito explícito que sustenta nuestra propuesta de DP es el relativo a la *esfera del saber cómo*. Si en los anteriores párrafos hemos resaltado la importancia del conocimiento, aquí abordaremos la importancia de la socialización del profesorado en formación inicial y, por supuesto, enhebrándolo con la del profesorado en activo, pues ambos procesos adquieren su verdadera dimensión dentro de la idea de complejidad.

Existe un acuerdo entre la comunidad investigadora en que el cambio profesional del profesorado debe de ir de la mano de su desarrollo personal, social (Bell y Gilbert, 1994; Proweller y Mitchener, 2004), y afectivo (Friedrichsen y Dana, 2005). Esta conjunción refuerza la autoestima del profesorado, además de fomentar la colaboración constructiva, basándose en las buenas prácticas que el profesorado lleva a cabo (Hargreaves, 2000). Los aspectos sociales son fundamentales para el desarrollo del profesorado, pues el profesor es una parte integral de la comunidad de una escuela, y es muy difícil realizar el cambio y su consolidación de forma individual, actuando contra la corriente de la cultura educativa de la escuela y las normas socialmente aceptadas (Bell, 1998; Hargreaves, 1996; Mellado et al, 2006; Milicic et al, 2004; Sánchez y Valcárcel, 2000).

Hay pruebas suficientes de los beneficios de las estrategias de investigación para el desarrollo profesional del profesorado (Roth, 2007). Sin embargo, los resultados de los estudios realizados por expertos (que en su mayoría se encuentran ellos mismos fuera de las escuelas), tienen dificultad en llegar a las aulas. Las investigaciones que tienen la mayor capacidad para aumentar la formación del profesorado y la mayor probabilidad de influir en la práctica son los que se realizan "por" y "con" los docentes, en equipos que cruzan disciplinas y niveles, donde los profesores no son consumidores de conocimiento externo, sino coproductores y agentes de cambio en los problemas que realmente les afectan en sus clases (Cachapuz, 1995; Ritchie, 2008). Esta es la línea de los programas de I-A, que han demostrado su eficacia en la promoción del desarrollo profesional del profesorado de ciencias (Baird et al, 1991; Lyons et al, 1997).

Compartir los problemas y buscar soluciones en colaboración con otros docentes refuerza las habilidades profesionales y proporciona apoyo afectivo y emocional (Bailey et al, 1999; Bell & Gilbert, 1994; Hanley et al, 2008). La I-A es un procedimiento de gran alcance para el desarrollo profesional del profesorado, gracias a la acción cooperativa puede corregir y evaluar sus propios problemas y tomar decisiones con el fin de mejorar, analizar o cuestionar su práctica educativa (Imbernón, 2002). Esta forma de abordar el tema requiere de estudios longitudinales a medio y largo plazo, ya que los cambios no se producen en corto períodos de tiempo, y solo los estudios longitudinales demostrarán si esos cambios son efímeros o permanentes (White & Arzi, 2005).

La utilización de la I-A en contextos educativos posee una larga tradición, como se refleja en la amplísima literatura al respecto (Carr y Kemmis, 1988; Grundy, 1998; Imbernón, 1998; Goyete y Lessard-Herbert, 1988). En el ámbito de la Didáctica de la Ciencias Experimentales (DCE), Hewson et al. (1999) estiman que los procesos de I-A ocurren de forma natural en el trabajo de profesorado, proporcionando conciencia sobre su propia práctica (Tabachnik y Zeichner, 1999). Esta forma de reflexión sobre la práctica se vincula con el desarrollo del profesorado, complementando la reflexión personal con la profesional, en la cual, el individuo, concentra su vida con experiencias (Baird et al., 1991).

Según diversos autores, el problema más importante que tiene planteado actualmente la investigación en el área de la DCE y, sobre la enseñanza en general, es el de la separación entre el conocimiento que se genera a través de dicha investigación y el que aplica en el aula

(AA.VV., 2002). En España, estas formas de indagación colaborativas se abren paso de forma gradual, creciendo la literatura al respecto (Membiela, 2002). Sin embargo, somos partidarios de que deben ser los profesores quienes desarrollen sus propias bases ideológicas, en función de los procesos de reflexión y prácticos que se pongan en juego. En el nuestro contexto de actuación, pensamos que la I-A debe actuar de puente o nexo con la investigación interpretativa, ya que su misión no consiste en captar los entendimientos y las categorías interpretativas de los individuos, sino también en explorar cómo esas categorías se relacionan con la práctica y con el desarrollo sistemático de teorías educacionales críticas (Pérez Gutiérrez, 1999), solventando la desvinculación del cambio y la toma de decisiones que caracteriza a la investigación interpretativa.

Algunas voces autorizadas (Imbernón, 2002), indican que, en el campo de la formación del profesorado, el interés por la I-A, puede remarcarse por diversas motivaciones, entre otras, el avance en la educación y en la formación de la investigación orientada a las decisiones; el interés por el desarrollo del curriculum construido por el profesorado; la aproximación entre teoría y práctica, y los nuevos enfoques epistemológicos. Desgraciadamente, como se ha puesto en evidencia en algunos estudios (Romera-Iruela, 2011), la literatura científica que la I-A ha generado en nuestro país es muy escasa.

Una propuesta de innovación en la práctica docente: la inmersión del alumno en prácticas en un grupo de I-A

El primer eje sobre el que descansa nuestra propuesta didáctica consiste en un proceso de innovación curricular dentro de un centro educativo. La experiencia se desarrolla dentro un instituto de enseñanza secundaria, formando parte el profesorado de los departamentos de Física-Química, Biología-Geología y Tecnología del mismo. Describiremos, a continuación, el fundamento de teórico dónde se sustenta y los objetivos que se pretenden.

El conocimiento escolar incluye diversos tipos de conocimientos, de forma que la enseñanza enriquezca el conocimiento cotidiano, complejizándolo y favoreciendo la interpretación y actuación de los sujetos en el mundo que los rodea (Pozo y Gómez, 1998; García, 1998). Por otro lado, una exigencia actual en los currículos oficiales es que el nivel de “*competencia científica*” del alumnado aumente, de acuerdo con los estándares internacionales (PISA, 2010). El término de competencia conjuga una combinación de conocimientos, capacidades y actitudes adecuadas al contexto. Ahora bien, la naturaleza de los conocimientos, procedimientos y actitudes que se ponen en juego, difiere del tipo de conocimientos (científico, didáctico y práctico) que posee el profesorado y que, a veces, suponen obstáculos importantes para el tipo de enseñanza que se exige (Astolfi, 1999; Vázquez-Bernal, 2010), por sus características (interioridad, fácil acomodo intelectual, positividad, ambigüedad, polimorfismo, transversalidad y recurrencia). Pensamos que estas características afectan tanto al profesorado, como al alumnado, entrando en una espiral de dificultades que se retroalimentan. Por su parte, algunos autores (Blanco y Rodríguez Mora, 2012), para superar parte de estos obstáculos, han propuesto contextualizar la ciencia que se enseña, de forma que mejoren el interés del alumnado por su aprendizaje y que eleven el nivel de sus competencias científicas.

En este sentido, como preocupación del profesorado y, a la vez, como una forma de comenzar a superar estos obstáculos o, al menos, reflexionar sobre ellos, parte del profesorado del área científico-tecnológica del instituto decidió constituir un programa de I-A, considerando que es una herramienta importante para conocer y superar algunos de los obstáculos (Membiela, 2002). Algunos de los objetivos para el proceso de I-A se indican a continuación.

Objetivos del grupo de I-A

- 1.- Promover un espacio de reflexión en el profesorado sobre su práctica en el ámbito Científico-Tecnológico (ACT).
- 2.- Favorecer su desarrollo profesional mediante un programa de orientado a la práctica.
- 3.- La mejora de los programas de intervención, en el ACT, a través del uso de trabajos prácticos de laboratorios.
- 5.- Fomentar el trabajo en grupo dentro del equipo educativo en el ACT.
- 6.- Actualización científica del profesorado.
- 7.- Implementar en el aula una metodología de investigación centrada en alumnado y profesorado.
- 8.- Elaborar instrumentos de evaluación de (rúbricas) comunes.
- 9.- Promover en el alumnado el interés por la Ciencia y Tecnología.
- 10.- Favorecer aspectos metacognitivos en el alumnado.

¿En qué consiste la experiencia de innovación curricular a través del grupo de I-A?

Desde el curso 2008-2009, comenzamos esta singladura en el centro. Como hemos expresado con anterioridad, el profesorado era consciente de la necesidad de emplear una metodología colaborativa entre el profesorado y activa respecto al alumnado. Básicamente, consistía en realizar pequeñas investigaciones escolares, como analogía de los programas de investigación científicos. Tales investigaciones deberían estar muy ligadas al contenido que en ese momento se trabajara dentro del currículo y, por lo tanto, contextualizada en el currículo escolar. El grupo no deseaba ser pretencioso en los límites de la innovación, por lo que, a lo largo del primer año, se dedicó a la elaboración de materiales con los que, posteriormente, se trabajasen conjuntamente profesorado y alumnado. Otra idea importante, que se tornó más relevante con el paso de los años, fue la necesidad de incidir en aspectos socio-científicos relevantes del entorno (Simonneaux, 2008), aspecto que ha ido desarrollándose con lentitud, pero de forma continuada. Además, en la actualidad, se ha comenzado a emplear las TIC para facilitar la comunicación profesorado-alumnado, a través de la plataforma Moodle, en respuesta a las demandas de una sociedad digitalmente conectada (Gallego, 2011).

Una vez superado la fase planificación inicial, al implementar las experiencias diseñadas, se estuvo de acuerdo en hacer partícipe al alumnado en la evaluación de tales experiencias. Para ello, se introdujo, en cada investigación, una rúbrica sencilla de evaluación tipo Lickert. La idea era iniciar al alumnado en cuestiones metacognitivas, sobre el control de su aprendizaje (competencia de aprender a aprender), pero, simultáneamente, que tal información sirviera al profesorado como base para replantear la experiencia y mejorarla. El instrumento debía ser sencillo y por eso, se eligieron una serie corta de contenidos que permitieran su manejo estadístico y análisis (ver tabla 1).

La idea era establecer dos contenidos de naturaleza conceptual, tres procedimentales y un tercero actitudinal. El profesorado también evaluaba la misma rúbrica con la estimación de los aprendizajes del conjunto de su alumnado de los diferentes contenidos. Ello le serviría como valoración de la experiencia y nos proporcionaría información valiosa sobre la mejora de cada una de las experiencias. En la figura 4 se muestra la dinámica general del proceso conjunto profesorado-alumnado.

	Muy escasa valoración (1)	Valoración insuficiente (2)	Buena valoración (3)	Excelente valoración (4)
Concepto 1
Concepto 2
Procedimiento: Diseño y/o implementación
Emisión de hipótesis
Elaboración de informes de investigación
Actitud hacia aspectos del trabajo científico y/o del contenido

Tabla 1. Diseño general de la rúbrica.



Figura 4. Dinámica del proceso en la I-A.

La estructura de los trabajos implementa un ciclo de investigación característico de la metodología científica, adaptado al contexto escolar. Se trataba que el proceso fuese lo menos lineal posible, aunque es cierto que cada experiencia estaba contextualizada de una manera, afectaba a un contenido concreto y, por supuesto, dependía del conocimiento profesional de cada docente. Algunos de los cuales, poseían escasa formación sobre cuestiones metodológicas, razón por la que se sumaron al grupo de I-A.

En la tabla 2 se muestran la estructura común de las experiencias, las tareas del profesorado y algunas cuestiones-problemas que se han tratado. De ellas, determinadas experiencias se pueden implementar con un grado de complejidad creciente (*i.e.* El péndulo).

Tabla 2. Informes de investigación alumnado, tareas del profesorado y cuestiones planteadas.

ALUMNADO	PROFESORADO
Diseño de la experiencia 1.- Planteamiento del problema I.- Aspectos teóricos II.- Hipótesis III.- Variables 2.- Diseño de la investigación 3.- Resultados I.- Presentación de los datos II.- Análisis de resultados 4.- Conclusiones 5.- Bibliografía	A) Diseño de la experiencia (Ídem al alumnado más contenidos) B) Rúbrica de evaluación C) Análisis de la información D) Propuesta de mejora
	Algunas experiencias implementadas con un amplio abanico de contenidos: ¿Qué factores influyen en el período de oscilación del péndulo? – 3º ESO, 4º ESO, 1º Bac. ¿Qué sustancias ácidas y básicas nos rodean en casa? - 2º ESO. ¿Qué es la tinta? (Cromatogramas de tintas) - 3º ESO. ¿Qué gasto calórico diario tenemos? – 1º Bac. ¿Cómo es nuestra dieta? elaboración de una dieta equilibrada – 1º Bac. Investigando la solubilidad de una sal – 1º Bac. ¿Cómo se forma un fósil? Investigando la disolución de un sólido en líquido – 2º Bac. Investigando la disolución de un líquido impuro en otro líquido – 2º Bac. ¿Cuál es el punto de equilibrio de una mezcla ácido-base – 2º Bac. ¿Cómo se comporta la luz a lo largo de un día ? (La LDR de como sensor de luz) – 4º ESO ¿Cómo se estira un muelle? – 2º de ESO. ¿Hay relación entre tiempo atmosférico y contaminación? - 1º de ESO. ¿Influye la forma de la Luna en las mareas? – 1º de ESO. ¿Qué cantidad de agua poseen las plantas? 1º de ESO.

Actividades del módulo de innovación del M.E.S.

El segundo eje de nuestra propuesta formativa fue su divulgación entre el alumnado del M.E.S., a los que los autores tenían acceso, dentro del módulo de Innovación e iniciación a la Investigación Educativa, área de Ciencia y Tecnología. Entre los competencias a desarrollar en este modulo destacamos los siguientes:

- Conocer y aplicar propuestas docentes innovadoras en el ámbito de la especialización cursada.
- Identificar los problemas relativos a la enseñanza y aprendizaje de las materias de la especialización y plantear alternativas y soluciones.
- Conocer y aplicar metodologías y técnicas básicas de investigación y evaluación educativas.
- Ser capaz de diseñar y desarrollar proyectos de investigación, innovación y evaluación.

Como observamos en el listado anterior, nuestra propuesta de innovación aporta un escenario plausible para acercar al alumnado a estas competencias. Tomando este escenario como adecuado para las características del módulo, se decidió implementar entre el alumnado del máster, la divulgación de esta experiencia, su fundamento teórico y el procedimiento a seguir con el diseño de las experiencias. El alumnado se distribuyó en grupos en función de sus intereses formativos y profesionales. Durante tres sesiones, se formularon propuestas de investigaciones de aula. Para concluir el proceso, en la cuarta sesión, cada grupo expuso al resto de sus compañeros las experiencias diseñadas. En la tabla 3 se presentan algunas de las preguntas y objetivos seleccionados y el nivel educativo para el que se diseñó.

Tabla 3. Experiencias diseñadas por el alumnado del M.E.S y nivel educativo.

Preguntas de Investigación	Nivel
<p><i>Nuestras plantas: ¿qué podemos hacer con ellas? ¿Nos curan? ¿Nos alimentan?</i></p> <p><i>Objetivos:</i> Conocer la flora de la zona, los tipos de plantas y su localización; Conocer los diferentes usos de las plantas.</p>	1º ESO
<p><i>¿Cómo funciona el sistema de transmisión de una bicicleta?</i></p> <p><i>Objetivos:</i> Conocer los distintos tipos de sistemas de transmisión del movimiento; Identificar las funciones y características de los mecanismos, sabiendo diferenciarlos entre ellos; Determinar la relación que existe entre los elementos que componen un sistema de transmisión y comprobar cómo influyen en el movimiento.</p>	2º ESO
<p><i>¿Cómo crecen los hongos y se nutren las plantas?</i></p> <p><i>Objetivos:</i> Conocer la estructura de los hongos, sus características del Reino Fungi, su nutrición, reproducción e interacción con otros organismos y el medio; Conocer la Teoría de la Generación espontánea, así como las controversias que aparecieron en torno a ésta; Realización de una experiencia, utilizando la casa como laboratorio.</p>	1º ESO
<p><i>¿Cómo se nutren las plantas?</i></p> <p><i>Objetivos:</i> Conocer el proceso de nutrición vegetal; Determinar si existe relación entre la cantidad de nutrientes aportada y el crecimiento de las plantas y controlar las variables estudiadas y toma periódica de datos; Responsabilidad en el cuidado de las plantas.</p>	1º ESO
<p><i>¿Qué sabes sobre el estado de agregación de un trozo de madera, el agua y el aire que infla un globo?</i></p> <p><i>Objetivos:</i> Identificar las diversas formas en que puede presentarse la materia; Diferenciar los estados de la materia; Valorar la importancia de las características de los distintos estados de la materia.</p>	1º ESO
<p><i>¿Cómo identificar las especies vegetales propias de la sierra de Aracena?</i></p> <p><i>Objetivos:</i> Identificar las plantas; Diferenciar entre las plantas y los hongos; Recolectar plantas en la excursión y distinguir sus partes agrupándolas por unas características básicas comunes: si tienen flores, forma de la hoja,...; Valorar la importancia de las plantas y su influencia en el medio ambiente.</p>	1º ESO
<p><i>¿Qué relación existe entre el perímetro de la circunferencia y el número π?</i></p> <p><i>Objetivos:</i> Conocer los conceptos del círculo y circunferencia y sus elementos principales; Determinar si existe relación entre el perímetro y el radio; Realizar procesos que supongan control de variables y toma de datos de distintos objetos cotidianos; Valorar la importancia de la rigurosidad y la precisión en la toma de datos.</p>	1º ESO
<p><i>¿Podemos traer un volcán al aula?</i></p> <p><i>Objetivos:</i> Conocer los tipos de volcanes así como los tipos de erupciones y emisiones que realizan; Determinar si existe relación entre la vegetación de una zona y la existencia de un volcán cercano; Simular erupciones volcánicas combinando conocimientos geológicos, matemáticos, químicos y tecnológicos.</p>	1º ESO

La Tutorización del alumnado en prácticas del M.E.S. en un grupo de I-A

Gracias a la posibilidad de uno de los autores de actuar como profesor del módulo de Innovación-Investigación del M.E.S., a la vez que como tutor del Practicum, podemos aportar la visión del tercer eje sobre el que descansa nuestra propuesta de innovación objeto de este artículo. Entre los objetivos de estas prácticas en centro, destacamos aquellos que poseen alguna relación con nuestra experiencia de innovación a través del grupo de I-A:

- Adquirir experiencia en la planificación, la docencia y la evaluación de las materias correspondientes a la especialización.
- Dominar las destrezas y habilidades sociales necesarias para fomentar un clima que facilite el aprendizaje y la convivencia.
- Participar en las propuestas de mejora en los distintos ámbitos de actuación a partir de la reflexión basada en la práctica.

En el curso pasado, por las características de nuestro centro, recibimos tres alumnados en el departamento de Física-Química para hacer el *Practicum*. Se decidió que asistieran, en la primera fase de prácticas, en grupo, a cualquiera de las clases de sus tutores asignados. La idea era aprovechar su número para fomentar el trabajo en equipo. A partir de la segunda fase, podría elegir, según sus preferencias, objetivos y tutor asignado, qué contenidos específicos iban a desarrollar para elaborar su memoria final de la estancia. Desde el primer momento, el grupo de alumnos en prácticas, participó en los objetivos del grupo de I-A, con la implementación de las experiencias que, en las dos fases de su estancia, pudieron llevar a cabo, siendo su participación muy activa, con el control completo de las experiencias en el aula y en el laboratorio (tabla 4).

Tabla 4. Experiencias participadas por el alumnado del M.E.S y nivel educativo.

Experiencias prácticas participadas por el alumnado del M.E.S.	Nivel
¿Qué sustancias ácidas y básicas nos rodean en casa?	2º ESO
¿Qué es la tinta? (Cromatogramas de tintas)	3º ESO
Cómo se forma un fósil?	2º ESO
Investigando la disolución de un sólido en líquido	2º Bac.
¿Hay relación entre tiempo atmosférico y contaminación?	1º ESO
Investigando la disolución de un sólido en líquido	2º Bac.
Investigando la disolución de un líquido impuro en otro líquido	2º Bac.
¿Cuál es el punto de equilibrio de una mezcla ácido-base	2º Bac.

Con el fin de describir algunos de los aspectos que el alumnado del MES realizó en el centro, destacamos su participación en la experiencia “¿Hay relación entre tiempo atmosférico y contaminación?”. Esta experiencia se desarrolló a lo largo de un mes, prácticamente durante la segunda fase de su estancia en el centro (ver rúbrica en el anexo). El alumnado de 1º de ESO, diariamente, acudía a realizar mediciones en una estación meteorológica completa automática durante el tiempo asignado al recreo. El alumnado del Practicum tutorizó buena parte de esta experiencia. De hecho, formó parte la elaboración de la unidad didáctica obligatoria de uno de los alumnos del MES. El alumnado de ESO, según se desprende del análisis de las rúbricas, mostró un grado de satisfacción elevado con esta investigación, llamándoles poderosamente la atención el seguimiento diario de las lecturas de la estación meteorológica, como expresaban explícitamente cuando hacían mediciones durante el recreo de la mañana. Por su parte, el

alumnado del MES, también valoró muy positivamente la experiencia completa, como consta en sus diarios y en sus referencias verbales.

Una cuestión final: ¿promoveremos el aprendizaje significativo en el alumnado de secundaria?

A lo largo de este trabajo, hemos desarrollado una base teórica para nuestra propuesta formativa que afecta al alumnado del M.E.S. En este desarrollo hemos puesto el énfasis en una forma de entender el desarrollo profesional, donde el trabajo en equipo y la reflexión común crítica son partes esenciales. Del trabajo en equipo surgen buena parte de las prácticas elaboradas, implementadas y evaluadas por el profesorado, con relevancia reseñable del alumnado del MES. De la reflexión crítica queda constancia en el diario de prácticas que todo alumnado del máster realiza. Aunque no se han empleado estos diarios para este trabajo, sí sería interesante como fuente de información para documentar estudios de casos sobre la incidencia de la I-A en el alumnado en prácticas. En cambio, sí hay constancia, a través de los tutores universitarios, de la satisfacción de este alumnado al verse implicado en estas dinámicas colaborativas y en su valoración de poder actuar desde una visión crítica y autónoma en la práctica cotidiana de un instituto de secundaria.

A su vez, hemos realizado una andadura por los conocimientos profesionales que, desde nuestra óptica, deben formar parte de los saberes del profesorado, con un status especial del conocimiento didáctico del contenido. Con posterioridad, hemos puesto en valor la innovación curricular a través de la I-A como mecanismo muy efectivo para crear conocimientos y servir de base al desarrollo del profesor.

Entre los objetivos del M.E.S. recalcamos: *“Planificar, desarrollar y evaluar el proceso de enseñanza y aprendizaje potenciando procesos educativos que faciliten la adquisición de las competencias propias de las respectivas enseñanzas, atendiendo al nivel y formación previa de los estudiantes así como la orientación de los mismos, tanto individualmente como en colaboración con otros docentes y profesionales del centro”*.

Pensamos que la pertenencia a un grupo de I-A, orientada a la mejora de la práctica docente, constituye una potente herramienta de formación del profesorado, del que se benefician estos y su alumnado. Creemos, modestamente, que desde el punto de vista de la formación inicial del futuro profesor, puede configurar el pensamiento y buena parte de su praxis posterior (Roth y Lee, 2007).

La propuesta que hemos desarrollado descansa en tres ejes fundamentales, los cuales se muestran en la figura 5:



Figura 5. Ejes fundamentales para una propuesta de formación inicial del M.E.S.

Esta propuesta de innovación depende de la capacidad de coordinación de las distintas instituciones que conforman esta propuesta de formación inicial (Universidad, Delegaciones Provinciales de Educación, Institutos de Secundaria-Departamentos Didácticos). Sin embargo, urge la necesidad de que, más allá de un proceso más o menos burocratizado de asignación de alumnado al *Practicum* en los centros educativos, se primen aquellos departamentos que realicen prácticas innovadoras o “*buenas prácticas innovadoras colaborativas*”, ya que el núcleo de la propuesta es la colaboración entre los miembros de una comunidad de profesores/as que innovan y evalúan sus prácticas docentes para la mejora del aprendizaje de su alumnado. Un trabajo de Valle y Manso (2001), alertaba sobre esta necesidad, recomendando que el *Practicum* no se viera como una disrupción, sino como una oportunidad de aprendizaje compartido, entre otras recomendaciones.

Para finalizar esta propuesta, como evidencia Solbes (2011), el interés de la ciencia y su aprendizaje de las ciencias decae en el alumnado, por tanto, y en cualquier caso, debemos intentar responder a la pregunta que, como una salmodia lejana, a veces el ruido disonante no nos permite oír: ¿Cómo mejorar el nivel de competencias del alumnado actual y futuro de ciencias experimentales? Algunas de las respuestas podrían tener respuestas a través del desarrollo de las competencias profesionales del futuro profesorado de educación secundaria, para ello deberemos documentar en un futuro, si los programas actuales de máster inciden en el nivel de competencias del alumnado de secundaria o si un nuevo modelo de formación será necesario. Para ello, junto a los resultados de las pruebas diagnósticas globales (locales, regionales, estatales o internacionales), deberán realizarse estudios de casos que demuestren la ansiada relación entre competencias profesionales del profesorado y aprendizaje significativo en el alumnado. La relación no será lineal, dado el elevado número de variables que interviene en el acto educativo, pero al menos minimizará el impacto que supone añadir un obstáculo más: la mejorable formación inicial del profesorado.

Referencias bibliográficas

- AA.VV. (2002). Conectar la investigación y la acción. El reto de la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 34, 17-29.
- Astolfi, J.P. (1999). El error, un medio para enseñar. Sevilla: Díada.
- Bailey, B. L., Scantlebury, K.C. & Johnson, E.M. (1999). Encouraging the beginning of equitable science teaching practice: Collaboration is the key. *Journal of Science Teacher Education*, 10(3), 159-173.
- Baird, J.R., Fensham, P.J. Gunstone, R.F. & White, R.T. (1991). The importance of reflection in improving science teaching and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(2), 163-182.
- Barnett, J. & Hodson, D. (2001). Pedagogical context knowledge: Toward a fuller understanding of what good science teachers know. *Science Education*, 85(6), 426-453.
- Blanco, A. y Rodríguez Mora (2012). Contexto y enseñanza de la competencia científica. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 9-18.
- Bell, B. & Gilbert, J. (1994). Teacher development as professional, personal and social development. *Teaching and Teacher Education*, 10(5), 483-497.
- Bell, B. (1998). Teacher development in science education. In B.J. Fraser & K. Tobin (eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 681-694). Dordrecht: Kluwer A.P.
- Carr, W. & Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza*. Barcelona: Martínez Roca.

- Cachapuz, A. (1995). Da investigação sobre e para professores à investigação com e pelos professores de Ciências. In L.J. Blanco & V. Mellado (eds): *La Formación del Profesorado de Ciencias y Matemáticas en España y Portugal* (pp. 243-254). Badajoz (Spain): Diputación Provincial.
- Clandinin, D.J. & Conelly, F.M. (1995). *Teachers' professional knowledge landscapes*. New York: Teachers College Press.
- Cuenca, J.M. (2002). El patrimonio en la Didáctica de las Ciencias Sociales. *Análisis de concepciones, dificultades y obstáculos para su integración en la enseñanza obligatoria*. (Doctoral dissertation). Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (UMI No. 765782131).
- Elliot, J. (1993). Conocimiento, poder y evaluación del profesor. In W. Carr (Ed.): *Calidad de la enseñanza e Investigación-Acción* (pp. 155-174). Sevilla: Díada.
- Elliot, J. (1999). La relación entre comprender y desarrollar el pensamiento docente. In A. Pérez Gómez, J. Barquín Ruiz & J.F. Angulo Rasco (Ed.), *Desarrollo profesional del docente: Política, investigación y práctica* (pp. 364-378). Madrid: Akal.
- Estepa, J. (2000). El conocimiento profesional de los profesores de Ciencias Sociales. En Pagés, J.; Estepa, J. y Travé, G. (Eds.) *Modelos, contenidos y experiencias en la formación profesional del profesorado de Ciencias Sociales*. Huelva: Universidad de Huelva Publicaciones [Vol. I: 65].
- Friedrichsen, P. M. & Dana, T.M. (2005). Substantive-level theory of highly regarded secondary biology teachers' science teaching orientations. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(2), 218-244.
- Furlong, J. (2002). La intuición y la crisis de la profesionalidad entre los docentes. In T. Atkinson & G. Claxton (Eds.), *El profesor intuitivo* (pp. 29-49). Barcelona: Octaedro.
- Gallego, M.J. (2011). Los docentes ante las tecnologías de la información y comunicación en la educación: innovación y formación. *Revista de Educación*, 2 (2), 39-54.
- García, E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Díada.
- Garet, M. S., Porter, A. C., Desimone, L., Birman, B. F., & Yoon, K. S. (2001). What makes professional development effective: Results from a national sample of teachers. *American Educational Research Journal*, 38(4), pp. 915-945.
- Gess-Newsome, J. & Lederman, N.G. (1999). *Examining Pedagogical Content Knowledge*. Dordrecht: Kluwer A.P.
- Goyyete, G, y Lessard-Herbert, M. (1988). *La investigación-acción. Funciones, fundamentos e instrumentación*. Barcelona: Laertes.
- Grundy, S. (1998). *Producto o praxis del currículum*. Madrid: Morata.
- Gunstone, R.F., Slatery, M., Bair, J.R. & Northfield, J.R. (1993). A case study exploration of development in preservice science teachers. *Science Education*, 77(1), 47-73.
- Hanley, P., Maringe, F. & Ratcliffe, M. (2008). Evaluation of professional development: Deploying a process-focused model. *International Journal of Science Education*, 30(5), 711-725.
- Hargreaves, A. (1996). *Profesorado, cultura y modernidad*. Madrid: Morata.
- Hargreaves, A. (2000). Mixed emotions: Teachers's Perceptions of their Interactions with Students. *Teaching and Teacher Education*, 16 (8), 811-826.

- Henze, I., Van Driel, J. & Verloop, N. (2007). 'The change of science teachers' personal knowledge about teaching models and modelling in the context of science education reform. *International Journal of Science Education*, 29 (15), pp. 1819-1846.
- Hewson, P. W., Tabachnick, B. R., Zeichner, K.M., & Lemberger, J. (1999). Educating prospective teachers of biology: Findings, limitations, and recommendations. *Science Education*, 83 (3), 373-384.
- Howe, A.C. & Stubbs, H. (2003). From science teacher to teacher leader: Leadership development as meaning making in a community of practice. *Science Education*, 87(2), 281-297.
- PAnson, J., Rodrigues, S. & Wilson, G. (2003). Mirrors, Reflections and Refractions: the contribution of microteaching to reflective practice. *European Journal of Teacher Education*, 26 (2), 189-200.
- Imbernón, F. (1998). *La formación y el desarrollo profesional del profesorado. Hacia una nueva cultura profesional*. Barcelona: Graó.
- Imbernón, F. (2002). La investigación educativa y la formación del profesorado. In F. Imbernón (ed.), *La investigación educativa como herramienta de formación del profesorado. Reflexión y experiencias de investigación educativa* (pp. 11-68). Barcelona: Grao.
- Kemmis, S. & McTaggart, R. (2000). Participatory action research. In N. Denzin & Y. Lincoln (Eds.) *Handbook of Qualitative Research*, 2nd Ed. (pp. 567-605). Beverley Hills CA: Sage.
- Kepler, K. (1999). Investigación en la enseñanza: implicaciones para los programas de formación del profesorado. In A. Pérez Gómez, J. Barquín & J. F. Angulo (Ed.): *Desarrollo profesional del docente: Política, investigación y práctica* (pp. 339-363). Madrid: Akal.
- Leont'ev, A. (1978). *Activity, consciousness and personality*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Louden, W. (1991). *Understanding teaching: Continuity and changes in teachers' knowledge*. London: Casell
- Luft, J.A. (1999). Teachers' salient beliefs about a problem-solving demonstration classroom in-service program. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (2), 141-158.
- Lyons, L.L.; Freitag, P.K. & Hewson, P.W. (1997). Dichotomy in thinking, dilemma in actions: researcher and teacher perspectives on a chemistry teaching practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (3), 239-254.
- Marcelo, C. (1991). *Aprender a Enseñar: Un estudio sobre el proceso de socialización del profesorado principiante*. Madrid: CIDE.
- Marcelo, C. (2002). Los profesores como trabajadores del conocimiento: Certidumbres y desafíos para una formación a lo largo de la vida. *Educación*, 30, 27-56.
- Marx, R.W., Freeman, J., Krajcik, J. & Blumenfeld, P. (1998). Professional development of science education. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Ed.): *International Handbook of Science Education* (pp. 667-681). Dordrecht: Kluwer.
- Mellado, V., Ruiz, C., Bermejo, M. L. & Jiménez, R. (2006). Contributions from the philosophy of science to the education of science teachers. *Science & Education*, 15 (5), 419-445.
- Membiola, P. (2002). Investigación-acción en el desarrollo de proyectos curriculares innovadores de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 443-450.

- Milicic, B., Utges, G., Salinas, B & Sanjosé, V. (2004). Creencias, concepciones y enseñanza en la Universidad: Un estudio de caso de desarrollo profesional colaborativo centrado en un profesor de física. *Revista Española de Pedagogía*, 229, 377-389.
- Morin, E. (1999). *Seven complex lessons in education for the future*. Paris: Unesco Publishing.
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. London: Nuffield Foundation.
- Pérez Gutiérrez, J. (1999). El proceso de investigación cualitativa desde el enfoque interpretativo y de la investigación-acción. En L. Buendía, D. González, J. Gutiérrez y M. Pegalajar (1999). *Modelos de análisis de la investigación educativa*, 5-59. Sevilla: Alfar.
- Pollard, A. (2002). *Readings for Reflective Teaching*. London: The Continuum International Publishing Group.
- Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y Enseñar Ciencias*. Madrid: Morata.
- Proweller, A. & Mitchener, C.P. (2004). Building teacher identity with urban youth: voices of beginning middle school science teachers in an alternative certification program. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1044-1062
- Ritchie, S.M. (2008). Editorial: The next phase in scholarship and innovative research in science education. *Research in Science Education*, 38 (1), 1-2.
- Romera-Iruela, M. J. (2011). La investigación-acción en la formación del profesorado. *Revista Española de Documentación Científica*, 34 (4), 597-614.
- Roth, W.M. (1998). Science teaching as knowledgability: a case study of knowing and learning during coteaching. *Science Education*, 39(3), 253-282.
- Roth, K. J. (2007). Science teachers as researchers. In S. K. Abell & N. G. Lederman (eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 1205-1259). N.J.: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Roth, W. & Lee, Y. (2007). “Vygotsky’s Neglected Legacy”: Cultural-Historical Activity Theory. *Review of Educational Research*, 77 (2), 186-232.
- Sánchez, G. & Valcárcel, M.V. (2000). ¿Qué tienen en cuenta los profesores cuando seleccionan el contenido de enseñanza? Cambios y dificultades tras un programa de formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (3), 423-437.
- Simonneaux, L. (2008). Argumentation in Socio-scientific Contexts. En S. Erduran y M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in Science Education* (pp. 179-199). United Kingdom: Springer.
- Tabachnik y, B.R. & Tabachnik y, K. (1999). Idea and action: action research and the development of conceptual change teaching of science. *Science Education*, 19 (3), 309-322.
- Schneider, R. M. & Plasman. K. (2011). Science Teacher Learning Progressions: A Review of Science Teachers’ Pedagogical Content Knowledge Development. *Review of Educational Research*, 81 (4), pp. 530–565.
- Schön, D. A. (1983). The reflective practitioner. *How professional think in action*. New York: Basic Book.
- Shulman, L. S. (1986). Paradigms and research programs in the study of teaching: A contemporary perspective. In M. Wittrock (Ed): *Handbook of Research on Teaching* (pp. 3-36). New York: McMillan.

- Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 67, 53-61.
- Stenhouse, L. (1987). *Investigación y desarrollo del currículo*. Madrid: Morata.
- Shwartz, Y., Ben-Zvi, R. & Hofstein, A. (2005). The importance of involving high-school chemistry teachers in the process of defining the operational meaning of 'chemical literacy'. *International Journal of Science Education*, 27(3), 323-344.
- Tobin, K. (1998). Issues and trends in the teaching of science. In B.J. Fraser & K. Tobin (eds.): *International Handbook of Science Education* (pp. 129-151). Dordrecht: Kluwer A. P.
- Tobin, K. & McRobbie, C. (1996). Cultural myths as constraints to the enacted science curriculum. *Science Education*, 80 (2), 223-241.
- Tobin, K., McRobbie, C. & Andersos, D. (1997). Dialectical constraints to the discursive practices of high school physics community. *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (5), 491-507.
- Valle, J. M. y Manso, J. (2011). La nueva formación inicial del profesorado de Educación Secundaria: modelo para la selección de buenos centros de prácticas. *Revista de Educación*, 354. 267-290.
- Van Manen, M. (1977). Linking ways of knowing with ways of being practical. *Curriculum Inquiry*, 6, 205-228.
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R. & Mellado, V. (2007). La reflexión en profesoras de ciencias experimentales de enseñanza secundaria. Estudio de casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 25 (1), 73-90.
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R. y Mellado, V. (2010). Los obstáculos para el desarrollo profesional de una profesora de enseñanza secundaria en ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 28 (3), 417-432.
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R. & Mellado, V. & Taboada, M. C. (2012). The process of change in a science teacher's professional development: A case study based on the types of problems in the classroom. *Science Education*, 96 (2), 337-363.
- Verjovsky, J. & Waldegg, G. (2005). Analyzing beliefs and practices of a Mexican high school biology teacher. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(4), 465-491.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- White, R. T. & Arzi, H.J. (2005). Longitudinal studies: designs, validity, practicality, and value. *Research in Science Education*, 35 (1), 137-149.
- Woodbury, S., & Gess-Newsome, J. (2002). Overcoming the paradox of change without difference: A model of change in the arena of fundamental school reform. *Educational Policy*, 16 (5), 764-783.
- Zeichner, K.M. (1987). Preparing reflective teachers: An overview of instructional strategies which have been employed in preservice teacher education. *International Journal of Educational Research*, 11(5), 565-575.
- Zimpher, K. L. & Howey, K.R. (1987). Adapting supervisory practices to different orientations of teaching competence. *Journal of Curriculum and Supervision*, 2 (2), 102-112.

Anexo: Ejemplificación de la rúbrica de evaluación conjunta profesorado-alumnado.

	Muy escasa Valoración 1	Valoración pobre 2	Buena valoración 3	Excelente valoración 4	Valor
Comprender e interpretar los factores que determinan el tiempo atmosférico y los factores determinan la contaminación del aire	No comprende y no interpreta los factores que determinan el tiempo atmosférico y los factores determinan la contaminación del aire	Comprende algo e interpreta los factores que determinan el tiempo atmosférico y los factores determinan la contaminación del aire	Comprende e interpreta los factores que determinan el tiempo atmosférico y los factores determinan la contaminación del aire	Su comprensión e interpretación los factores que determinan el tiempo atmosférico y los factores determinan la contaminación del aire es excelente	
Saber relacionar si existe algún tipo de relación entre el tiempo atmosférico y la contaminación, en un período de tiempo	No distingue las diferencias entre los colores y los disolventes	Distingue algo las diferencias entre los colores y los disolventes	Distingue las diferencias entre los colores y los disolventes	Distingue de forma sobresaliente las diferencias entre los colores y los disolventes	
Tomar datos del tiempo atmosférico, así como de la contaminación y representarlos	Es incapaz de tomar datos del tiempo atmosférico, así como de la contaminación y representarlos	Toma datos de forma inconstante del tiempo atmosférico, así como de la contaminación y representarlos	Es capaz de tomar datos del tiempo atmosférico, así como de la contaminación y representarlos	Toma datos del tiempo atmosférico, así como de la contaminación y los representa de sobresaliente	
Emitir hipótesis	No efectúa emisión de hipótesis	La hipótesis que emite son débiles	Emite hipótesis de forma adecuada	Las hipótesis que realiza destacan por su originalidad y adecuación	
Elaborar informes de investigación	No elabora de informes de investigación	Sus informes de investigación son poco rigurosos	Elabora de informes de investigación adecuados	Los informes de investigación que realiza son rigurosos y muy aptos	
Valorar la calidez del aire y la importancia de la disciplina y la rigurosidad en la realización de experiencias en el laboratorio	No valora la calidez del aire y la importancia de la disciplina y la rigurosidad en la realización de experiencias en el laboratorio	Valora de forma escasa la calidez del aire y la importancia de la disciplina y la rigurosidad en la realización de experiencias en el laboratorio	Valora la calidez del aire y la importancia de la disciplina y la rigurosidad en la realización de experiencias en el laboratorio	Valora excelentemente la calidez del aire y la importancia de la disciplina y la rigurosidad en la realización de experiencias en el laboratorio	
Escala estimación	Escasa valoración	Valoración media	Buena valoración	Excelencia	